

# A MODELAGEM DE PERDAS EM PROBLEMAS DE TRANSPORTE<sup>1</sup>

José Vicente Caixeta Filho<sup>2</sup>

## SINOPSE

*Há uma série de problemas de transporte documentados pela literatura especializada que, todavia, não destaca a questão de perdas. Em tais estudos, faz-se uso de enfoques de modelagem diversos. Os principais aspectos teóricos desses enfoques, assim como algumas recomendações para o tratamento das perdas envolvidas, são apresentados neste artigo.*

*Palavras-chave: transporte, perdas, modelagem.*

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade de transporte é um elemento fundamental dentro dos serviços de distribuição. Um sistema eficiente de transportes é essencial para o sucesso de uma determinada economia regional uma vez que torna possível a integração geográfica das zonas de produção e de consumo.

KATZMAN (1977) observa que a extensão do mercado em uma nação depende em grande parte da facilidade com que os produtos agrícolas podem ser transportados entre as diferentes localidades. Havendo essa possibilidade de movimentação, os produtos agrícolas podem ser deslocados para centros distantes, o que, eventualmente, pode implicar a deterioração de produtos mais perecíveis (tais como alguns hortifrutigranjeiros), afetando diretamente o nível de preços desses produtos no mercado consumidor. WRIGHT *et al.* (1976) mencionam que uma das grandes dificuldades para o tratamento desse problema tem sido a falta de metodologia adequada para identificar os principais “gargalos” do sistema de transporte em questão.

---

<sup>1</sup> Artigo baseado em um dos capítulos da tese de livre-docência do autor.

<sup>2</sup> Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo. Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba - SP.

Uma tentativa de formulação de tal metodologia pode ser exemplificada pelos passos previstos no modelo de transporte de produtos agrícolas e obedece à seguinte seqüência:

- (1) decide-se que uma determinada carga deve ser transportada;
- (2) identifica-se o destino final da carga a ser transportada;
- (3) seleciona-se o veículo e/ou a modalidade de transporte a serem utilizados;
- (4) identifica-se a melhor rota a ser seguida.

As possíveis perdas no transporte de produtos agrícolas podem ser consequência direta de imperfeições observadas em algum desses quatro estágios. Basicamente, as causas dessas perdas estão intimamente ligadas a três grupos básicos de tecnologias: modalidade (no caso brasileiro, predominantemente rodoviária); tipo de equipamento (no caso, veículos frigorificados) e a finalidade das embalagens (utilizados) no transporte. A combinação no uso de tais tecnologias implica diferentes custos operacionais de transporte e, eventualmente, diferentes índices de perdas.

Assim, este estudo tem como objetivo principal a investigação sobre as diversas estruturas de modelagem adequadas ao problema de transporte de hortifrutigranjeiros e sobre os tratamentos eventualmente propostos para a incorporação do fenômeno “ocorrência de perdas” no processo como um todo.

Note-se que, pelo fato de a questão de perdas em atividades pós-colheita poder ser classificada como um problema de interesse multidisciplinar, os esforços realizados pelas áreas afins não são, necessariamente, postos em conjunto, o que dificulta a implementação de eventuais soluções para o problema. Ainda, a segmentação das atividades de pós-colheita, em particular com relação à atividade de transporte, é característica bastante incomum nos estudos realizados sobre avaliação de perdas.

É, portanto, de fundamental importância que as estratégias a serem definidas para a minimização das perdas de alimentos em atividades pós-colheita, em particular durante o transporte, tenham um embasamento teórico sólido e consistente. Em vista disso, discutem-se a seguir os principais procedimentos metodológicos pelos quais diversos enfoques de modelagem de transporte apresentam a questão de perdas.

## 2 ECONOMIA DO BEM-ESTAR SOCIAL

Se as perdas no transporte de produtos agrícolas podem deslocar o respectivo preço de equilíbrio de mercado, alterações também podem ocorrer no valor total do benefício social correspondente. GARDNER *et al.* (1987), tendo em vista a questão de quebras de safra de grãos, propõem uma estrutura de modelagem baseada na teoria do bem-estar social com o intuito de avaliar tais efeitos.

De acordo com esses autores, perdas em nível de firma não necessariamente causam mudanças significativas em preços. Exceções podem vir a ocorrer quando uma firma detiver uma parcela significativa da produção de determinado produto agrícola e a demanda correspondente pelo produto for razoavelmente elástica a alterações de preço. Normalmente, existe um número elevado de firmas no setor agrícola de tal forma que o preço de mercado não é afetado quando perdas ocorrem na produção de uma única firma. Para se mensurar tal perda, bastaria apenas calcular o produto entre a quantidade perdida e o preço de mercado.

O problema torna-se mais complexo quando uma parcela significativa da oferta é comprometida. Nesse caso, se a firma sofre uma perda repentina, inesperada e significativa, os preços de mercado são afetados e as perdas para a sociedade como um todo devem ser avaliadas.

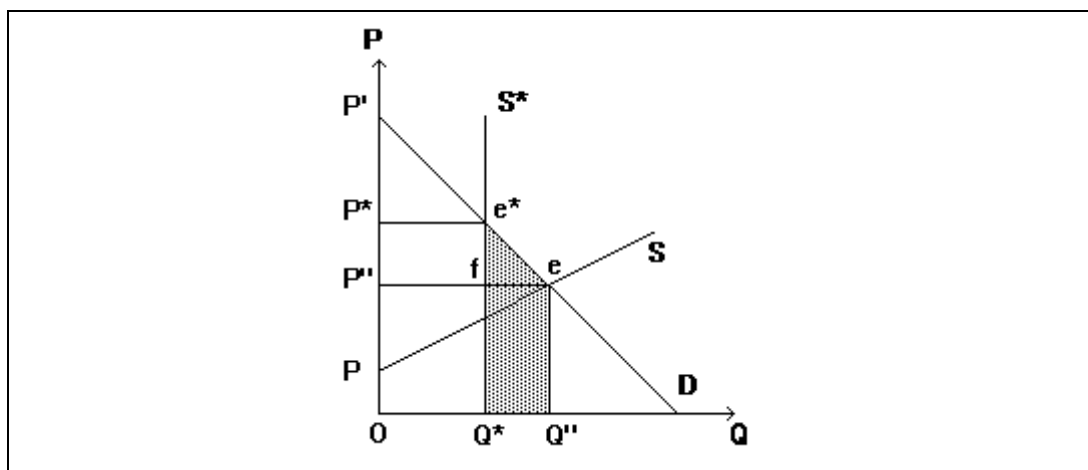


Figura 1 -Economia do bem-estar social: perda inesperada.

Assumindo que as perdas reduzem a quantidade disponível aos consumidores para o nível  $Q^*$  (Figura 1), o qual é equivalente ao deslocamento de curvas de oferta de  $S$  para  $S^*$ , tem-se que a redução na quantidade ofertada é dada por  $(Q''-Q^*)$ , com os preços sendo aumentados de  $P''$  para  $P^*$ ; o valor inicial do excedente para o consumidor (área  $P' P''e$ ) é reduzido de  $P''P''e''e$ , e os produtores aufeririam uma receita igual a  $P^*Q^*$ , a qual pode ser representada pela área definida por  $P^*e^*Q^*$ . Assim, há uma transferência dos consumidores para os produtores definida pela área  $P''P''e''f$ . A área  $fe''e$  não é transferida e representa a perda líquida para a sociedade. Devido às características da perda inesperada, os custos não mudam, apenas as receitas se alteram. Os produtores lucram a área  $P''P''e''f$ , mas perdem a área  $Q^*fe''Q''$ . A perda total para a sociedade, medida pelos excedentes do consumidor e do produtor, é definida pela área  $fe''e$  mais  $Q^*fe''Q''$ , ou  $Q^*e^*e''Q''$ .

Esta área,  $Q^*e^*e''Q''$ , pode ser facilmente aproximada quando se sabe a quantidade esperada pelos consumidores, assim como seu respectivo preço. Tomando a perda estimada  $Q''-Q^*$  e multiplicando-a pela média entre  $P''$  e  $P^*$ , pode-se obter a perda total estimada para a sociedade.

Em termos gerais, quando a relação de demanda ( $D$ ) é não-linear e a perda no transporte é relativamente significativa, a perda total para a sociedade pode ser mensurada como:

$$\int_{Q^*}^{Q''} D(t) dt \quad (1)$$

onde  $t$  é a variável associada à quantidade demandada.

Um cenário distinto diz respeito ao custo, para a sociedade, de uma perda esperada no transporte. Nesse caso, assume-se que o problema é antecipado de tal maneira que as exigências relativas à manutenção de estradas, aos veículos especializados e às embalagens podem ser ajustadas adequadamente. Em outras palavras, os custos alteram-se porque o nível de recursos é modificado. Assim, a quantidade total disponível aos consumidores também se altera.

A Figura 2 mostra as relações de oferta, com ( $S'$ ) e sem ( $S$ ) o problema específico, e de deslocamento da curva de oferta como consequência básica do problema. Diferentemente do caso anterior, em que as perdas não eram antecipadas e ajustes em nível de recursos não eram realizados, as mudanças na quantidade de recursos refletem-se nos custos operacionais distintos a serem observados. Na ausência do problema, aqueles custos são descritos pela área  $OPe''Q''$ . Se ajustes são efetuados para as perdas no transporte, os novos custos operacionais podem ser

traduzidos pela área  $Ole'Q^*$ . A redução no excedente do consumidor é igual à área do triângulo  $P^{\wedge}eP''$ , menos a área do triângulo  $P^{\wedge}e'P'$ . A redução no excedente do produtor é dada pela área  $PeP''$  menos a área  $le'P'$ .

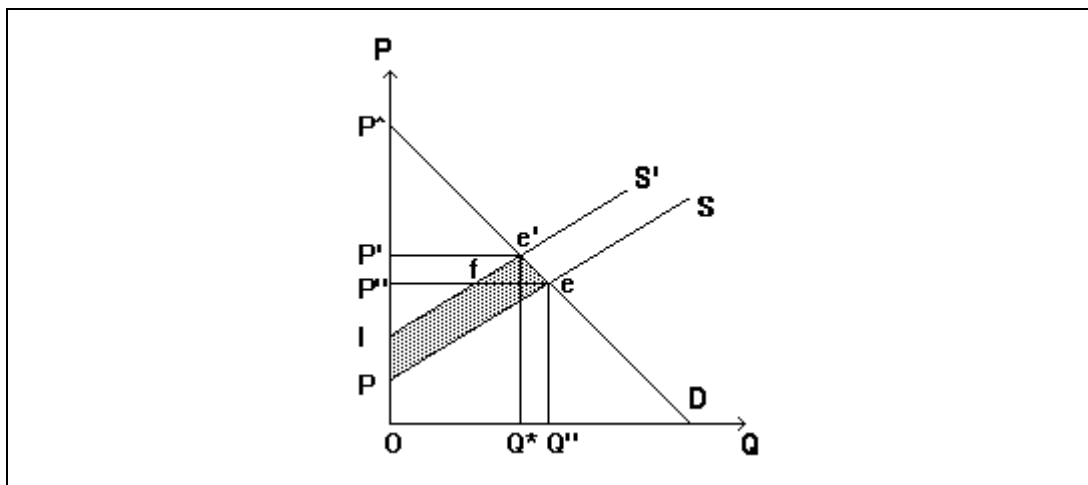


Figura 2 -Economia do bem-estar social: perda esperada.

A perda total para a sociedade pode ser então definida pela área  $le'eP$ . Genericamente, essa área é igual a:

$$\left[ \int_0^{Q''} D(t)dt - \int_0^{Q''} S(t)dt \right] - \left[ \int_0^{Q''} D(t)dt - \int_0^{Q^*} S'(t)dt \right]$$

onde  $t$  é a variável associada à quantidade demandada ou ofertada.

### 3 MODELO GRAVITACIONAL

De acordo com MEYER *et al.* (1971), o modelo gravitacional é baseado na hipótese de que o volume de transporte entre duas áreas,  $i$  e  $j$ , depende diretamente da quantidade de carga originada em  $i$ , demandada ou destinada a  $j$ , e inversamente relacionada à distância, ao tempo de viagem, ao custo ou a alguma outra medida de separabilidade entre  $i$  e  $j$ . Seguindo as nomenclaturas propostas por ORTÚZAR *et al.* (1990), a forma funcional de um modelo gravitacional pode ser definida como:

$$T_{ij}^k = A_i^k B_j^k O_i^k D_j^k e^{-\beta^* C_{ij}^k} \quad (3)$$

onde:

$K$  é o índice relacionado ao tipo de produto;

$T_{ij}^k$  é a quantidade do produto  $K$  transportado de  $i$  para  $j$ ;

$A_i^k, B_j^k$  são fatores de balanceamento;

$O_i^k, D_j^k$  são, respectivamente, a oferta na região  $i$  e a demanda na região  $j$  pelo produto  $K$ ;

$\beta^*$  são os parâmetros de calibração para cada produto  $K$ ;

$C_{ij}^k$  são os custos generalizados de transporte referentes à movimentação do produto  $K$  entre as regiões  $i$  e  $j$ .

A idéia de se utilizar uma função de custo generalizado deve-se principalmente a ROBERTS (1971). Pode ser interpretada da seguinte forma (para simplificação, o índice  $K$  é omitido):

$$C_{ij} = f_{ij} + b_1 s_{ij} + b_2 \sigma s_{ij} + b_3 w_{ij} + b_4 p_{ij} \quad (4)$$

onde:

$f_{ij}$  é a despesa fixa pelo uso do serviço de transporte entre  $i$  e  $j$ ;

$s_{ij}$  é o tempo de viagem, porta-a-porta, entre  $i$  e  $j$ ;

$\sigma s_{ij}$  é a variância do tempo de viagem  $s$ ;

$w_{ij}$  é o tempo de espera ou atraso e a partir do pedido do serviço e da entrega propriamente dita;

$p_{ij}$  é a probabilidade de perda ou de dano nos produtos em trânsito.

O modelo gravitacional é, basicamente, um modelo econométrico e, preferencialmente, seus parâmetros devem ser ajustados através de algum tipo de análise de regressão. De acordo com ORTÚZAR *et.al.* (1990), os valores desses parâmetros certamente dependerão da modalidade de transporte utilizada, assim como do tipo de produto transportado. Por exemplo, em caso de possibilidade de perdas, o custo será, no mínimo, o valor da própria mercadoria e, muito provavelmente, maior devido às eventuais penalidades previstas por atraso na entrega. Para as variáveis relacionadas ao tempo de espera, ao tempo de viagem e à sua variância, os valores de  $b_n$  serão proporcionais aos valores dos produtos, basicamente pelo aumento associado aos custos de estocagem. O valor mínimo para  $b_n$  será o custo dos juros aplicados ao valor do produto durante o período de tempo considerado.

Portanto, trata-se de um enfoque que segue as características básicas dos modelos econométricos. HARKER (1995) comenta que a análise de equilíbrio realizada através de modelos econométricos é bastante adequada para responder ao questionamento de políticas econômicas de impacto amplo e não, por exemplo, para detalhamentos de questões de roteamentos de veículos. Pode ser um enfoque interessante para a reprodução de fenômenos observados, tais como: a atração específica do consumidor por determinado tipo de produto; o real poder explanatório da distância como fator de impedância para o fluxo de produtos agrícolas, e assim por diante.

#### 4 MODELO TRADICIONAL DE TRANSPORTE

A utilização básica de um modelo de transporte diz respeito à descrição da operação de uma determinada malha viária, segundo um enfoque normativo. ROBERTS (1971) comenta que isto implica a capacidade para a simulação de aspectos comportamentais relacionados à seleção de mercados, assim como referentes à seleção modal de decisões de roteamento. Se isso é feito devidamente, produto por produto, será então permitido que os fluxos ótimos e seus respectivos custos sejam determinados tanto para a malha existente, quanto para cenários que prevejam a incorporação de novas facilidades e serviços de transporte. Por outro lado, como HARKER (1985) destaca, modelos de rede não são necessariamente adequados para tratar de assuntos relacionados à substituição entre recursos, tais como capital, trabalho e energia. Tal tratamento seria mais pertinente à esfera de modelos econométricos.

O modelo tradicional de transporte para um único produto, apresentado através das equações (5), (6), (7) e (8), pode ser resolvido através de técnicas de programação linear, tornando-se normalmente a forma da minimização da função-objetivo  $Z$  (representando os custos totais envolvidos), sujeita às comportamentais de oferta e demanda. Assim, tem-se que:

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} T_{ij} \quad (5)$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m T_{ij} \leq O_i, \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n T_{ij} \geq D_j, \text{ for } j = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i = \sum_{j=1}^m D_j \quad (8)$$

onde:

$T_{ij}$  = quantidade de determinado produto transportado de  $i$  para  $j$ ;

$C_{ij}$  = custo de transporte referente à movimentação do produto entre  $i$  e  $j$ ;

$O_i$  = oferta pelo produto na região  $i$ ;

$D_j$  = demanda do produto na região  $j$ .

ORTÚZAR *et al.* (1990) lembram que formulações mais sofisticadas podem envolver funções de custo não-lineares, funções comportamentais também não-lineares e, ainda, restrições mais elaboradas quanto a: formação de preços dos produtos, questões dinâmicas e cargas mínimas para transporte. Um exemplo dessa utilização são os modelos de equilíbrio espacial (por exemplo, a aplicação desenvolvida por KOO, 1985), em que o grau de complexidade na estrutura matemática do problema pode ser transformada, no mínimo, no nível quadrático. De acordo com FLORIAN *et al.* (1988), esta classe de modelos, proposta inicialmente por SAMUELSON (1952) e estendida por TAKAYAMA *et al.* (1964, 1970), determina simultaneamente os fluxos entre as regiões de produção e de consumo, assim como os preços de compra e venda para os produtos analisados. A rede de transporte é então modelada da maneira tradicional, dependendo, contudo, principalmente das equações de oferta e de demanda pertinentes. O equilíbrio é alcançado com base em duas premissas básicas, de acordo com HARKER (1985): se existe fluxo do produto  $k$  da região A para a região B, então o preço em A para o produto  $k$ , mais o custo de transporte entre A e B, deve ser igual ao preço do produto  $k$  em B; por outro lado, se o preço do produto  $k$  em A, mais o custo do transporte entre A e B, for maior que o preço do produto  $k$  em B, então não haverá fluxo do produto  $k$  de A até B.

Uma outra variação para o tratamento do modelo de transporte diz respeito à ótica discreta. Nessa visão, a oferta de transporte pode ser interpretada de acordo com o número possível de alternativas que podem ser feitas, de acordo com cada combinação logística (por exemplo, transportar ou não o produto  $k$  no período de tempo  $t$  pela modalidade de transporte  $m$ , desde a origem  $i$  até o destino  $j$ ).

CASAVANT *et al.* (1983), comentando sobre o modelo de transporte tradicional, afirmam que a única hipótese gerada por essa classe de modelo é aquela referente à



seleção da rota mais econômica. SORENSON *et al.* (1985) avançam no assunto, afirmando que esforços para quantificar diferenças óbvias na qualidade de serviço entre modalidades de transporte, ou mesmo internamente a um determinado sistema de transporte, não têm resultado em êxito significativo. BUCKLEY *et al.* (1991), por outro lado, consideraram um índice de perecibilidade na função de custo do modelo de transporte, para avaliar a competitividade de modalidades de transporte para hortifrutigranjeiros.

De qualquer forma, em caso de consideração de eventuais perdas no transporte, elas podem ser incluídas no modelo da seguinte maneira:

- a) incorporar penalidades junto aos coeficientes da função objetivo;
- b) ajustamento nas inscrições pertinentes;
- c) redefinição das variáveis endógenas e/ou exógenas.

Nesse sentido,  $C_{ij}$ , além de representar o custo de transporte, levaria também em consideração os fatores de perda relacionados a cada produto;  $T_{ij}$ , ao invés de meramente representar a quantidade de produto a ser transportado, poderia ser redefinido também como sendo função do tipo de embalagem utilizada, e assim por diante. Lembre-se, ainda, que os valores dos preços-sombra podem também ser úteis para se mensurar as eventuais perdas (por exemplo, aquelas associadas ao fato de não ter sido utilizada determinada modalidade de transporte).

## 5 OUTROS ENFOQUES

Existem, ainda, outros enfoques que podem ser adaptados para que as perdas no transporte de produtos agrícolas sejam incorporadas. Por exemplo, o enfoque dos modelos de equilíbrio geral computável (CGE), que permite a análise das interações entre oferta e demanda dentro de mercados agrícolas, assim como as relações entre esses mercados e o resto da economia. SHERONY *et al.* (1991), avaliando o impacto das quebras de safra de grãos no Estados Unidos, incluíram o fenômeno *seca* junto a um CGE, com base em informações geradas por um simulador “administrativo-biológico”. Uma vez que esse cenário específico possa ser formulado, o modelo calculará os diferentes valores de produtos e de custos operacionais para cada tipo de cultura.

## 6 COMENTÁRIOS FINAIS

O tratamento do problema de transporte por modelos matemáticos é extensamente documentado pela literatura. Alguns enfoques já bem utilizados foram selecionados, comentando-se a sua adequação para aplicações específicas e avaliando-se a sua viabilidade quanto à incorporação de perdas.

Para o caso específico da utilização dos modelos gravitacional e tradicional de transporte para a previsão de fluxos de produtos agrícolas, avaliações foram conduzidas (MERA, 1971), sugerindo que, para produtos mais homogêneos (tais como grãos), o modelo tradicional de transporte oferece uma reprodução mais apurada dos fluxos efetivamente observados. Por outro lado, para produtos mais diversificados (tais como hortifrutigranjeiros), o modelo gravitacional oferece um desempenho superior. Os mesmos autores concluem que o padrão de distribuição se comporta mais aproximadamente das estimativas feitas pelo modelo tradicional de transporte em situações de curtas distâncias a serem percorridas e conforme as previsões do modelo gravitacional para jornadas que cubram longas distâncias.

A avaliação desses dois enfoques só foi possível através da comparação do seu poder de previsão. Isso implica que o desenvolvimento de melhores modelos sempre exigirá um constante monitoramento quanto à aceitação ou à rejeição do seu poder de previsão através de testes empíricos. Como HARKER (1985) comenta, novos estudos em transporte de cargas agrícolas devem ser inicialmente direcionados à melhoria da estrutura teórica de tais sistemas: por exemplo, o melhor entendimento das relações entre produtores, atacadistas e transportadores torna-se essencial, para que uma análise mais detalhada do sistema de transporte possa ser efetuada. Ainda, seguindo o raciocínio do mesmo autor, esses referenciais teóricos só poderão obter relativo sucesso se estiverem apoiados em base de dados confiáveis e em estimativas convencionais de modelos econométricos pertinentes.

Para a situação brasileira, dada a carência de dados consistentes sobre perdas e em vista da aparente ineficiência do sistema de distribuição de produtos agrícolas, os enfoques de características mais normativas (tal como o modelo tradicional de transporte) parecem ser mais recomendáveis que os enfoques tipicamente econométricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYLISS, B. (1992). *Transport Policy and Planning - an integrated analytical approach*. EDI Technical Materials, The World Bank, Washington.
- BUCKLEY, P. e WESTBROOK, M. D. (1991). Market definition and assessing the competitive relationship between rail and truck transportation. *Journal of Regional Science*, v. 31, n. 3, p. 329-46.
- CASAVANT, K. L. e BINKLEY, J. K. (1983). Transportation changes and agricultural marketing research. In: FARRIS, P. L., ed. *Future frontiers in agricultural marketing research*. Ames: Iowa State University Press.
- FLORIAN, M. e GUÉLAT, J. (1988). The prediction of multicommodity freight flows: a multiproduct multimode model and a solution algorithm. In: BIANCO, L. e LA BELLA, A., eds. *Freight Transport Planning and Logistics. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, v. 317, p. 150-85.
- GARDNER, P. D. BARITELLE, J. L. e LANZER, E. (1987). *Research on economic post-harvest loss - an annotated bibliography (1970-82)*. United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, 69p. [Bibliographies and Literature of Agriculture, Economic Research Service, Bibliographies and Literature of Agriculture n. 56].
- HARKER, P. T. (1985). The state of the art in the predictive analysis of freight transport systems. *Transport Reviews*, v. 5, n. 2, p. 143-64.
- KATZMAN, M. T. (1977). The influence of transportation improvements on interregional trade in Brazil. *Transportation*, n. 6, p. 393-408.
- KOO, W. W. (1985). Tariffs and transportation costs on U.S. wheat exports: a quadratic programming model. In: KOO, W. W. Larson, D. W. eds. *Transportation models for agricultural products*. Boulder: Westview, p. 105-123.
- KRESGE, D. T. (1971). The Macroeconomic Model. In: MEYER, J. R., ed. *Techniques of Transport Planning: Systems Analysis and Simulation Models*. Washington: Brookings Institution, v. 2, p. 11-38.
- MERA, K. (1971). An evaluation of gravity and linear programming transportation models for predicting interregional commodity flows. In: MEYER, J. R., ed. *Techniques of Transport Planning: Pricing and Project Evaluation*. Washington: Brookings Institution, v. 1, p. 297-308.
- MEYER, J. R. e STRASZHEIN, M. R. (1971). Transport demands: the basic framework. In: MEYER, J. R. ed. *Techniques of transport Planning: Pricing and Project Evaluation*. Washington: Brookings Institution, v. 1, p. 99-109.

- ORTÚZAR, J. D. e WILLUMSEN, L. G. (1990). *Modelling transport*. Chichester: John Wiley, 375p.
- ROBERTS, P. O. (1971). *The Transport Model*. In: MEYER, J. R. ed. *Techniques of Transport Planning: Systems Analysis and Simulation Models*. Washington: Brookings Institution, v. 2, p. 39-63.
- SAMUELSON, P. A. (1952). *Spatial price equilibrium and linear programming*. *American Economic Review*, n. 42, p. 283-303.
- SHERONY, K. R. KNOWLES, G. J. e BOYD, R. (1991). *The economic impact of crop losses: a computable general equilibrium approach*. *Western Journal of Agricultural Economics*, v. 16, n. 1, p. 144-55.
- SORENSEN, L. O. e TIAO, J. M. (1985). *Emerging issues in agricultural transportation Research*. In: KOO, W. W. LARSON, D. W. eds. *Transportation models for agricultural products*. Boulder: Westview, p. 185-98.
- TAKAYAMA, T. e JUDGE, G. G. (1964). *Equilibrium among spatially separated markets: a reformulation*. *Econometrica*, v. 32, p. 510-24.
- \_\_\_\_\_. (1970). *Alternative spatial price equilibrium models*. *Journal of Regional Science*, v. 10, p. 1-12.
- WRIGHT, C. L. e MEYER, R. L. (1976). *Modeling transportation and storage systems in developing areas as capacitated networks*. *Economics and Sociology Paper*, n. 353, The Ohio State University, aug.

## ABSTRACT

### A MODEL OF LOSSES IN THE PROBLEMS OF TRANSPORT

*There are several transportation problems, documented by specialized literature, that do not necessarily point out the question of losses. Such studies have used different modeling approaches. The main aspects of those approaches, as well some recommendations for the treatment of the pertinent losses, are presented in this article.*

*Key-words: transportation, losses, modeling.*

## RESUMEN

### EL MODELADO DE LAS PÉRDIDAS EN PROBLEMAS DE TRANSPORTE

*Existe una serie de problemas de transporte documentados por la literatura especializada que no destacan la cuestión de las pérdidas. En estos estudios, se enfocan distintos modelados. Se presentan en este artículo los principales aspectos teóricos de esos enfoques, así como algunas recomendaciones para el tratamiento de las pérdidas relacionadas.*

*Palabras-clave: transporte, pérdidas, modelado.*